

台灣地區土石流災害預防機制探討

褚坤翰⁽¹⁾ 林俐玲⁽²⁾

摘要

本研究希望藉由蒐集國內相關單位文獻資料，及報導文章進行分析整理台灣土石流災害預防機制，並提出下列四個部分進行討論(1)環境敏感地區。(2)修訂相關法令。(3)土石流預警系統。(4)防災教育。最後整合資料結論為，環境敏感地區不適合居住及開發，並建議政府修法徵收位於敏感地區之既有建物及土地。土石流預警系統雖然設備先進，但仍有進步空間，若政府將土石流防災專員列入編制內，則能補足預警系統之不足；教育方面建議政府將防災課程編入國中、小學課程內，並定期舉辦全國院校防災演練，提升緊急防災疏散避難反應之速度。

(**關鍵詞**：環境敏感地區、土石流相關法令、土石流預警、防災教育)

A study of disaster prevention mechanism and effectiveness of debris flow in Taiwan

Kun-Han Chu⁽¹⁾ *Li-Ling Lin*⁽²⁾

Graduate Student⁽¹⁾ and Professor⁽²⁾, Department of Soil and Water Conservation, National Chung-Hsing University, Taiwan

ABSTRACT

This study was aimed to collect relevant literatures and reports of the domestic occurrence of debris flow. Disaster prevention mechanism and effectiveness of debris flow were analyzed. The following four major issues were discussed, which are (1) environmental sensitive areas, (2) debris flow laws and regulations, (3) debris flow warning system, and (4) disaster prevention education. The conclusions are: environmental sensitive areas are not suitable for housing and development, in addition, we suggest the Government to amend laws in order to levy the existing buildings and land in sensitive areas. Even though the current equipment and debris flow warning systems are advanced, however, the project will yield a greater effect if the following is achieved: Commissioners of debris flow disaster prevention is comprised with in the government to make up all deficiencies, promote education in preventing debris flow in elementary schools to educate people, hold exhibitions and

(1)國立中興大學水土保持學系碩士生

(2)國立中興大學水土保持學系教授(通訊作者 e-mail : llin@dragon.nchu.edu.tw)

trainings around the country sequentially so the evacuation in times of disasters is faster and much more effective.

(**Keywords** : environmental sensitive areas, debris flow laws and regulations, debris flow warning system, disaster prevention education)

前言

全球氣候變遷，溫室效應使得地球溫度越來越高，溫室效應也使得颱風威力更加強大。每年的 6 月至 9 月為台灣遭遇颱風侵襲次數最頻繁的月份，近年來台灣的颱風數量有減少的趨勢，但威力卻不減反增，所造成的災害越來越多也越來越嚴重。

颱風通常生成於熱帶海洋上，並且從溫暖的海水上吸收水氣，水氣吸收越多，降雨也就越多，雨水通常就是造成土石流災害的主要原因之一，台灣地屬亞熱帶地區，地勢陡峭、多山少平原、四面環海之島嶼，且位於歐亞與菲律賓板塊間之敏感地震帶，地質屬於易破碎斷裂之沉積岩及變質岩，環境複雜又脆弱，地震也相當頻繁，自從民國 88 年 921 集集大地震後產生了大量的鬆散土石堆積，再加上臺灣位於歐亞大陸板塊與菲律賓海板塊之交界面上，頻繁的造山運動使土質更為鬆散，加上台灣河川受到地形限制，水短流急，坡度陡峭，上游侵蝕劇烈而下游淤積嚴重，一旦遇上颱風或豪雨侵襲便發生土石流災害，其後果不堪設想。

台灣是個地狹人稠的國家，土地有四分之三為山坡地，人口密度為世界第二僅次於孟加拉。根據行政院主計處統計，台灣平均

就得發布紅色警戒；高雄縣甲仙鄉、六龜鄉在四百到四百五十毫米之間，其中小林

每平方公里的土地上就有六百四十人，這對於一個多山少平地的國家而言，生存空間實為不足，人民開發山坡地居住或墾植在所難免，政府應如何規劃山坡地開發及保護環境敏感地區限制開發範圍是本文所要探討的目的。

八八水災造成部分村落滅村的慘劇，外界紛紛將箭頭指向政府單位預測不準，水保局表示台灣土石流預測已與先進國家相當。然而機器也有故障的時候，民眾還是不能完全依賴機器，應隨時保持警覺才能避免遺憾再度發生。

九十三年艾莉颱風襲台降下豪雨，崩落的土石流造成廿四死後，國人才開始意識到土石流的嚴重性，在成大防災中心主任謝正倫的積極奔走下建立了土石流監測系統。

水保局公布目前全台共有一千五百七十八條溪流在監測範圍中，若氣象局預測雨量超過基準值，就會發布「黃色警戒」，地方政府應進行疏散勸告；若實際雨量超過基準值，就是「紅色警戒」，地方政府可依實際狀況撤離民眾。

全世界會發生土石流的國家並不多，而且土石流與雨量不一定有直接關係。例如，台灣山區以南投縣水里、信義、仁愛鄉最容易爆發土石流，雨量只要超過兩百五十毫米村土石流發生潛勢是「低」，結果颱風過後南投反而沒事，證明土石流的確難以捉摸。

前人研究

水保局曾與中央大學地質調查所合作研究台灣地質，發現山區只要降雨超過一百五十毫米就會產生零星崩落，以此標準來看台灣山區根本不能住人。(唐鎮宇，2009)

由於土石流之潛勢溪流為數眾多，在現階段欲以硬體之工程於短時間內針對所有土石流之危險溪流進行整治，在人力及財力上實有其困難。因此適當的採用預警系統，對可能發生的土石流發出預報，使人民能夠有所警戒並及早疏散，期將人員的傷亡與財物的損失降到最低。(李毅宏，2004)

近年來國內山坡地開發建築管理制度，隨著開發管制與使用管理等相關規之陸續公布與修訂，從以前沒有專法管制之個別建築管理，到現今開發審議管制之建立，歷經多次重大變革已漸臻完備；尤以近年來政府相關部門及民眾鑑於山坡地住宅災害不斷發生，便已訂定更為嚴謹之審查程序及限制條件。(徐士誠，2007)

建議在平時應與社區在固定期間內舉辦防震演練，使居民瞭解如何避難及通往避難據點。針對災害發生時學校據點人力不足部分，可透過家長會的協助及平時應與義工團體簽訂相互支援協助，如此便可避免災害時人力不足之窘境。(張景周，2008)

縣市政府應建立評鑑與評估機制，每年辦理督導考核，視各社區執行成效給予適當的表揚與經費補助，讓社區防災觀念與技術不斷被提醒及練習，長期下來逐漸應能降低民眾對於外來專家及政府部門的依賴，讓社區能持續推動不中斷且能永續經營，以及主

辦單位應經常參加村里民大會、守望相助隊集會及其它村里所舉辦的活動，藉此管道加深村里長及各社團領導者防災社區理念，將有助於防災意識增長、防災觀察之建立並了解災害防救之重要，進而讓村里長或居民主動提出推動防災社區之工作。(李龍潭，2010)

本文藉由收集國內各相關單位文獻資料、網路資源及電子媒體所刊登之文章加以探討，再從相關法令、計畫等層面進行探討並提出正面意見。

研究方法

儘管現代科技發達並不斷開發與創新，但對於土石流災害的發生時間、地點與規模，仍無法全面完全掌握，任何治山防災的工程也都是治標不治本，因此建立周全可行的災害預防對策，加強防災體系的堅固，透過事前整備、災中應變及災後復建的災害管理方式，將災害的損失降到最低，進而保障人民生命財產的安全，乃是政府與全民共同努力的目標。本研究主要流程如圖 1 所示。

結果與討論

本研究所討論的結果有兩點：一點是人為因素直接導致土石流發生；另一點因素則為政府執法不彰，成為山坡地間接的兇手，以下為論點之分析。

一、人為使環境敏感區更脆弱

自從政府宣布周休二日之後，人民越來越重視工作之餘的休閒遊憩，尤其居住在都市的民眾想遠離塵囂紛紛往田間山野跑，以致許多業者看準商機，一窩蜂前往山坡地開

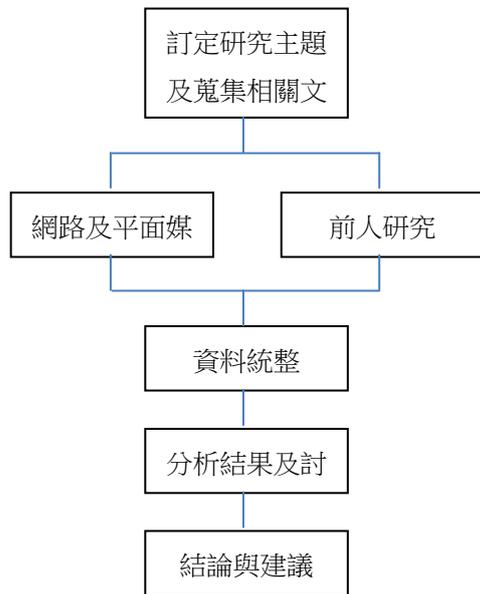


圖 1 研究流程圖

Figure 1 Flow chart of research method

發民宿、牧場、農場或遊樂區。有良心的業者至少還會種植樹木，綠化環境，沒良心想節省成本的索性將樹木花草砍伐殆盡作為停車場之用導致土地不當利用，當颱風或豪雨侵襲時，表土因無任何植被保護而直接遭受雨水沖擊，自然將大量土、砂、石沖刷而下，形成土石流災害，造成人民生命財產損失。

除了山區過度開發外，目前山坡地超限利用種植的農作物情況放眼皆是，其中仍以檳榔為大宗，高佔三成以上，南投則以茶樹居多，梨山則以種植甜柿、水蜜桃為主。農委會公告九十八年八月底止，超限利尚未解除列管的還高達 27,269 筆，面積高達 18,647 公頃，相當於 12,318 座台北 101 大樓建築面積(監察院電子信第九期)，而種植於宜林地及加強保育地上之檳榔，因根淺且根系範圍小，故在檳榔種植區域內，其保土、固土能

力差，易糾結形成界面而引發地滑，每當發生土石流災害常可見到檳榔樹參雜其中，帶給下游居民禍害。

根據農委會水土保持局統計 1999 年時，全省農路長度約 7,513 公里。到了 2011 年時產業道路與農路共計 5,942 條，長度約 8,550 公里，約等於 23 條中山高速公路(農路調查及地理資訊系統，<http://210.241.45.116/>)，農路與產業道路是致使山坡地穿腸破肚、破壞環境穩定性的幫兇，若無方便的道路就不會有車輛進入，若無車輛進入就不會有人類進入，若無人類進入就不會有農業、牧業、建物的存在，而這些開發都是帶來崩塌、沖蝕、土石流的原因。農路與產業道路也使得雨水在路上形成漫地流，經由道路邊溝導引至陰井進而集中排出，而排水口一旦遇上暴雨加上經年累月沖刷同一位置即造成路基掏空，引起山崩、地滑、土石流等情形發生。

二、執法成效不彰與法令修改過慢

政府針對位於環境敏感區之國有地放領及放租地規畫及管制成效不彰，導致目前台灣山坡地還是可以見到大片檳榔園、高麗菜田、茶園、果園等。林務局為了提倡並獎勵全國人民造林來保育森林，頒布了獎勵造林實施要點，但實施以來因回收時間長且須自掏腰包先購買造林樹種，且成活率還須達 70% 以上，誘因實為過低，其中一項規定：「自造林第七年起，每年造林成活率扣除自然枯死率 2%，每三年實施檢測工作，經檢測合格後，獎勵金每年核發，不合格者，獎勵金不發給，且不得再申請造林獎勵。」首先人民需先自費購買樹木種植與栽培七年，且成

活率又須達 70%以上，不確定性太高加上投資報酬率不良導致人民興致缺缺，不但無法達成造林的成果，反而成為有心人士斂財的目標，這些山老鼠先將原有樹木砍除變賣現金，再向政府申請造林獎勵，這種兩頭賺的惡劣行為為令人不齒。

台灣與日本是兩個地理環境極為類似的國家，雖然日本是溫帶季風氣候，夏天吹東南季風，冬天吹西北季風。台灣則是副熱帶和熱帶季風氣候，夏天吹西南季風，冬天吹東北季風。但兩國的共同點就是颱風與地震頻繁，日本每年遭受的自然災害不比台灣少，但是修法與立法的頻率卻高於台灣。表 1 為台灣近年災害與相關法令對照，表 2 為日本近年災害與相關法令對照，從表中可看出台灣對於災害相關法令立法與修法的速度明顯低於日本。

三、土石流預警系統能更完善

全台土石流潛勢溪流共有1,578條，雖然行政院農委會水土保持局與台北市設有多處觀測站，並設置CCD攝影機、鋼索檢知器、地聲檢知器、雨量計、超音波水位計等觀測儀器，但測站數量明顯不足，且部分區域CCD攝影機呈現影像關閉、模糊或夜間影像亮度不足等狀況(見圖2~4)，一旦該區發生土石流災害，無法單由其他觀測儀器判定為土石流災害，必須配合當地里長或土石流防災專員前往巡視。

四、防災須從小開始教育

日本全國每所小學，都會在九、十月舉行一次師生及家長共同參與的「接領學童避難訓練」。家長們在接到緊急聯絡網的電話後

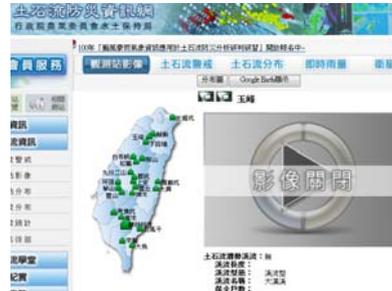


圖 2 土石流觀測站影像(一)

Figure 2 The image of debris-flow observation station (1)

(資料來源:土石流防災資訊網)



圖 3 土石流觀測站影像(二)

Figure 3 The image of debris-flow observation station (2)

(資料來源:土石流防災資訊網)



圖 4 土石流觀測站影像(三)

Figure 4 The image of debris-flow observation station (3)

(資料來源:土石流防災資訊網)

表 1 台灣近年災害及相關法令對照表(1990~2010)

Table 1 Disasters and related laws in Taiwan in recent years (1990~2010)

年度與災害	對應之法律制度	防災規定、辦法等
1990·梨山地滑 1990·湖口台地滑崩 1990·花蓮地震 1991·台南地震 1992·觀音山凌雲禪寺落石 1992·台東成功地震 1993·內雙溪聖人瀑布落石 1994·花蓮地震 1994·南澳地震 1995·三峽自然清境社區山崩	1990·災害防救法 1994·水土保持法 1995·消防法全文修正	
1996·賀伯颱風 1998·嘉義地震 1998·神木村土石流 1998·瑞里地震 1998·基隆中山二路落石 1998·台北市內湖路土石流 1999·集集地震 2000·颱風碧利斯、象神颱風 2001·奇比、桃芝、納莉颱風	2000·921 震災重建暫行條例 2000·水土保持法修正 2000·消防法修正 2001·921 震災重建暫行條例增訂 2002·災害防救法增訂 2003·水土保持法修正 2003·921 震災重建暫行條例修正	2000·災害緊急通報作業規定 2001·災害防救法施行細則 2001·土石流災害救助種類及標準 2001·災害應變徵調或徵用補償辦法 2001·申請國軍支援災害處理辦法
2004·敏督利、艾利颱風 2005·海棠、泰利、龍王颱風 2007·聖帕、柯羅莎颱風	2005·消防法增訂 2006·消防法修正	2006·水土保持法施行細則 2006·中央災害應變中心作業要點
2008·卡玫基、鳳凰、辛樂克、薔蜜颱風 2009·莫拉克颱風 2010·基隆七堵山崩	2008·災害防救法修正 2010·消防法修正 2010·災害防救法修正 2011·消防法修正	

(作者整理自全國法規資料庫)

表 2 日本近年災害與相關法令對照表(1945~2009)

Table 2 Disasters and related laws in Japan in recent years (1945~2009)

年度與災害	對應之法律制度	防災計畫,體制等
1945·枕崎颱風 1946·南海地震 1947·凱瑟琳颱風 1948·福井地震	1947·災害救助法 1949·水防法 1950·建築基準法	
1959·伊勢灣颱風	1960·治山治水緊急措施法	
1961·暴風雪 1964·新潟地震	1961·災害對策基本法 1962·針對巨大災害的特別財政援助等相關法 ·暴風雪地區對策特別措施法 1966·地震保險相關法	1961·成立全國防災日 1962·成立中央防災會議 1963·防災基本計畫
1973·櫻島噴火 ·淺間山噴火 1976·東海地震發生可能性研究發表(地震學會) 1978·宮城縣沖地震	1973·活火山對策特別措施法 1978·規模地震對策特別措施法 1980·加強地區地震防災對策及國家財政事業緊急整備特別措施法 1981·建築基準法第一部修正	1979·東海地震防災計畫 1983·成立防災周
1995·阪神、淡路地震 1996·長野縣北部土石流 1999·廣島豪雨 ·JCO核事故 2000·東海豪雨 2000·三宅島火山爆發 2003·十勝沖地震 2004·新潟、福島豪雨 ·新潟縣中越地震	1995·地震防災對策特別措施法 ·建築物耐震相關法修改 ·災害對策基本法第一部修改 ·大規模地震對策特別措施法的修改 1996·特定非常災害災民的權利保護等特別措施相關法 1997·密集市街地區防災整備法 1998·災民生活重建支援法 1999·原子能災害對策特別措施法 2000·地質災害警報區域地質災害防止對策的推進相關法	1995·防災基本計畫全面修正 2001·成立內閣府 2003·東海地震對策大綱 ·東南海、南海地震對策大綱 ·東海地震防災對策推進基本計畫 2004·東南海、南海地震防災對策推進基本計畫

	<p>2001 · 水防法第一部修正</p> <p>2002 · 東南海、南海地震防災對策推進特別措施法</p> <p>2003 · 特定都市河川漫水被害對策法</p> <p>2004 · 日本海溝、千島海溝周邊海溝型地震防災對策推進特別措施法</p>	
<p>2005 · 福岡地震</p> <p>2007 · 能登半島地震</p> <p>2008 · 岩手宮城內陸地震</p> <p>2009 · 中國九州北部暴雨</p>	<p>2005 · 水防法第一部修正</p> <p>· 地質災害警報區域地質災害防止對策的推進相關法第一部修正</p> <p>· 建築物耐震相關法第一部修正</p> <p>2006 · 宅地造成等規則法第一部修正</p>	<p>2005 · 東海地震防災戰略</p> <p>· 東南海、南海地震防災戰略</p> <p>· 首都直下地震對策大綱</p> <p>2006 · 日本海溝、千島海溝周邊海溝型地震對策大綱</p> <p>· 日本海溝、千島海溝周邊海溝型地震防災對策推進基本計畫</p> <p>· 首都直下地震防災戰略</p> <p>· 減輕災民負擔國民運動推進基本方針</p> <p>2008 · 日本海溝、千島海溝周邊海溝型地震防災戰略</p> <p>2009 · 中部圈、近畿圈直下地震對策大綱</p>

(作者整理自日本內閣網站)

，迅速前往學校接孩子，學校老師則按照每個家庭事前提出的「接領者名簿」，確認前來

的人無誤，才讓學童與接領者離校。反觀國內防災教育普遍性不足，民眾在發生災難時

往往驚慌失措，四處逃竄。目前幾乎所有學校都缺少在教室擺放逃生路線圖，是防災教育的一大疏漏，地方教育局處應將逃生路線圖的設置，納入學校評鑑，督促各校落實。

結論與建議

大自然的力量在多次重大天然災害都可看出其威力不容忽視。但人民往往忽略其威脅性，屢次被大自然給吞蝕。環境敏感地區是不容許絲毫人為破壞的地區，就像牙齒敏感時，只要吃冰或刺激物，神經馬上劇痛。建議政府盡速修法並拿出魄力，將目前居住在敏感區的居民及開發區域協助搬遷至安全土地及土地徵收，或輔導農民轉業並提供必要的資助。使環境敏感區能夠修養身息，無人居住及開發地區則立法禁止居住及開發。

南投縣中寮鄉在受到九二一創傷前也是個種植檳榔樹的重鎮，但災後不但沒有心灰意冷，相較於其他南投鄉鎮繼續種植檳榔，中寮鄉在民間基金會的協助下，毅然決然砍掉檳榔樹，種植了三十二萬棵樹來保育土地，所以在民國 93 年 7 月敏督利颱風侵襲時得倖免於豪雨的摧殘。中寮鄉落實保育國土的案例，值得各方研討及仿效。

在台灣，土石流淺勢溪流共有 1,578 條，但是土石流防災專員卻僅僅只有 800 多位，而且這些專員卻都是自願加入，未拿國家一分一毛。政府應將土石流防災專員納入防救災編制內，使得這些專員成為給薪制，並給配專業電子器材，如衛星電話、GPS、NB 等，讓專員能在受災時不被手機斷訊或道路中斷影響，在第一時間能將第一手土石流資訊發布警訊告知民眾，一來招募成員有誘因，能

夠解決人員不足問題。二來人員充足後，若部分 CCD 攝影機故障或斷訊甚至不足時，又剛好遇上土石流災害時，專員才能以隨身配備的器材發布警訊，來彌補 CCD 攝影機故障或不足等問題。

土石流防災機制，還是需要全民教育來輔助。建議規劃全國中小學增設防災課程，及全國院校定期舉辦大型防救災演練，期能增加國人土石流防救災知識，及緊急疏散避難反應，減少人員生命財產損失。

參考文獻

1. 李毅宏(2004),「土石流預警與降雨關係之研究」, 國立中興大學水土保持學系碩士論文。
2. 李龍潭(2010),「地方政府推動社區災害防救之研究-以桃園縣防災社區為例」, 國立中央大學土木工程研究所碩士論文。
3. 林聖哲(2004),「台灣天災的事實、問題與對策--論敏督利颱風與台灣七二水災」, 綠色文化網, <http://www.greenclub.bc.ca/Chinese/Participation/Sustainability/Climate/Disaster/disaster.htm>.
4. 徐士誠(2007),「山坡地社區防災管理資訊系統建立之研究」, 東南技術學院防災科技研究所碩士論文。
5. 唐鎮宇(2009),「水保局：山區根本不能住人」, 中時電子報 <http://news.chinatimes.com/>
6. 張景周(2008),「學校避難據點在地震災害中之防災機能研究-以台北縣中和市縣立

國民中小學為例」，中國科技大學建築研究所碩士論文。

7. 土石流防災資訊網，
<http://246.swcb.gov.tw/default-1.asp>.
8. 中華民國監察院全球資訊網，
<http://www.cy.gov.tw/mp.asp?mp=1>.
9. 中華民國統計資訊網，
<http://www.stat.gov.tw/point.asp?index=4>.
10. 台北市大地工程處土石流防災行動網，
<http://163.29.36.182/tcge/pda.aspx>.
11. 全國法規資料庫，
<http://law.moj.gov.tw/index.aspx>.
12. 農路調查及地理資訊系統，
<http://210.241.45.116/>.
13. 聯合新聞網，
<http://udn.com/NEWS/mainpage.shtml>.
14. 內閣府ホームページ、
<http://www.cao.go.jp/>.

100年07月18日收稿

100年07月25日修改

100年08月12日接受